

**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas.**

Especialidad en Biología y Geología

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2018-2019

**Una adaptación del aprendizaje cooperativo, Grupos de Expertos tipo Jigsaw, en la
enseñanza de la Genética Humana.**

*An adaptation of cooperative learning, Expert Groups as Jigsaw technique, on the
Human Genetics lessons.*

Autor: Franchó Gracia Puzo

Director: Sergio Calavia Lombardo



**Universidad
Zaragoza**



**Facultad de Educación
Universidad Zaragoza**

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
I. INTRODUCCIÓN	3
a. Presentación personal y del currículum académico.....	3
b. Contexto del centro donde se han realizado los Practicum I, II y III	3
c. Presentación del trabajo	4
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM	5
a. Actividad 1- Quizlet. Una gamificación.....	5
b. Actividad 2 – Genética Mendeliana y Aprendizaje Basado en Problemas.....	6
III. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	8
a. Título y nivel educativo	8
b. Evaluación Inicial	9
c. Objetivos	11
d. Justificación y metodología elegida	11
IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES	15
1. Fichas de Expertos.....	15
2. Póster	18
V. EVALUACIÓN FINAL	20
VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	22
VII. CONCLUSIONES	25
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
IX. ANEXOS.....	30

I. INTRODUCCIÓN

a. Presentación personal y del currículo académico

Yo, Franchó Gracia Puzo, firmante y redactor de este TFM tengo por formación universitaria un Grado en Geología y un Máster en Geología: Técnicas y Aplicaciones (acabados en 2016 y 2017 respectivamente). Ejercí durante unos meses un puesto de Geólogo Auxiliar en una empresa minera. Posteriormente durante el curso 2018-2019 realicé el Máster en Profesorado de Educación Secundaria ofertado por la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza. Elijo este Máster con una doble vertiente, por un lado, por la curiosidad y cercanía con el ejercicio docente que encuentro como una vocación sumergida; y por otro lado, como puente académico necesario hacia el acceso a la profesión. Lógicamente, este máster lo cursé en la especialidad de Biología y Geología.

Durante el curso realicé las asignaturas teóricas y los tres prácticos estipulados en el plan de estudios. Los prácticos los impartí en el IES Ramón y Cajal de Zaragoza, durante los meses de enero, marzo, abril y mayo. En estos periodos puedo observar, comprobar y practicar buena parte de lo previamente trabajado en la Facultad de Educación. Junto con dos compañeros, insertamos nuestra práctica en el Departamento de Biología y Geología del Centro. Y llegué a impartir dos unidades docentes en el inicio del tercer trimestre, en la asignatura de Biología y Geología de 4º de la ESO. Es del compendio de esta experiencia práctica y el fondo teórico de las asignaturas desde donde mana lo expuesto en este TFM.

b. Contexto del centro donde se han realizado los Practicum I, II y III

El centro en el que se han realizado estas prácticas es el Instituto de Educación Secundaria Ramón y Cajal, un centro público perteneciente al ámbito de gestión del Gobierno de Aragón. Situado en la calle Ramón Pignatelli, en el límite del Casco histórico, el IES Ramón y Cajal pertenece a la zona Centro (zona 5) y linda con la de Almozara-Casco Histórico (zona 3). En este centro se imparten los cuatro cursos de la Educación Secundaria Obligatoria, tres Programas de Cualificación Inicial de la modalidad II (Fabricación y Montaje, Agrojardinería y composiciones florales, y Lavandería y Arreglos textiles), y dos modalidades de Bachillerato (Humanidades y Ciencias sociales, y Ciencias).

Es importante introducir brevemente el contexto social en toda su amplitud, en el que vive este centro. Se encuentra en un entorno con zonas muy dispares en cuanto a nivel socioeconómico y cultural, por un lado, el Casco histórico con población envejecida, un bajo nivel económico y con ambientes en riesgo de exclusión, así como otras viviendas y zonas habitacionales con un nivel socioeconómico y cultural más alto. El alumnado de ESO procede mayoritariamente del CEIP Joaquín Costa, y del CEIP Santo Domingo. El instituto, tal y como se reconoce en el PEC está condicionado por el número de alumnos y alumnas que finalizan 6º de Primaria en dichos centros y la variabilidad de este número.

Por lo tanto, el IES Ramón y Cajal acoge un alumnado con una importante heterogeneidad cultural, económica y social, muy vinculada al entorno familiar de cada joven. Destaca una población proveniente de sistemas educativos extranjeros o con progenitores de origen extranjero superior a un 50% en ESO y alrededor de un 20% en Bachillerato. En cualquier caso, y tal y como esta experiencia de prácticum ha permitido al alumno en prácticas, la variedad

cultural en la Eso permite convivir en relativa convivencia y armonía a numerosas nacionalidades diferentes.

c. Presentación del trabajo

El presente Trabajo Final de Máster comprende mayoritariamente la propuesta didáctica llevada a cabo durante el Prácticum III, así como parte del fondo teórico que se ha trabajado en diversas asignaturas del máster. Esto se corresponde con la Modalidad A con respecto al TFM necesario para titular en el Máster de Educación.

Es necesario explicar que, ante el desarrollo de los prácticum II y III, impartí dos unidades didácticas durante el periodo de estancia en el centro. Estas fueron Genética Mendeliana y Genética Humana, muy unidas, pero normalmente segregadas tanto en libros de texto como en la práctica docente. La unidad de genética mendeliana la empecé a impartir desde el segundo día de estancia en el centro, lo cual precipitó mi intervención docente a una situación apenas planificada, y que desde luego no se ajusta a lo pedido en este Trabajo Final de Máster como un proyecto de innovación docente. Sin embargo, para la segunda unidad sí que pude prever una propuesta didáctica coherente con lo exigido. Por eso, en este TFM se encontrarán menciones a los dos temas separadamente, ya que debo ajustarme a la propuesta *sensu stricto*, pero en ningún caso quiero desechar la experiencia tenida durante la primera unidad didáctica. De hecho, las dos actividades presentadas en el punto II de este TFM corresponden a esta unidad didáctica de Genética Mendeliana.

En cualquier caso, la propuesta didáctica desarrolla los contenidos de Genética Humana en 4º de la ESO, dentro del bloque 1 del Currículo correspondiente a la asignatura de Biología y Geología Orden ECD/489/2016 de 26 de Mayo correspondiente a “Evolución de la Vida”. En el contexto legal, partimos del Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre, es el documento legal por el que se establece el currículo común de la ESO, aprobado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MEC), y publicado en el BOE el 3 de Enero de 2015. Este RD está enmarcado en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa, que a su vez es modificante del artículo 6 de la Ley Orgánica de 2/2006 de 3 de mayo, de Educación. Así se define el currículo como la regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje para cada una de las enseñanzas.

Este marco de carácter estatal del RD1105/2014 configura los aspectos básicos de este marco curricular. Si bien, se deriva a las distintas administraciones educativas autonómicas la competencia de gestionar la configuración y ordenación curricular de la ESO, como es el caso del Gobierno de Aragón, quien regula este currículo.

De esta manera, la Orden ECD/489/2016 de 26 de Mayo, es la que deja aprobado el currículo de la ESO y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. De esta manera, y atendiendo a esta asignatura de Biología y Geología, y el curso 4º de la ESO en el que se realizaron las prácticas, es en esta Orden donde debemos encuadrar la propuesta didáctica del prácticum y de este Trabajo Final de Máster.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM

a. Actividad 1- Quizlet. Una gamificación.

La primera actividad descrita corresponde al uso de un recurso web llamado “Quizlet”. Se puede encontrar en la dirección web: www.quizlet.com a través de la cual se plantean dos tipos de uso. Un docente puede acceder a preparar el recurso, y el alumnado a utilizarlo. Y es que esta aplicación web presenta una manera de trabajar casi exclusivamente en torno a “conceptos y definiciones”: prepara ejercicios de respuestas rápidas o definiciones tipo “Quizz”. Al docente permite introducir una serie de conceptos, conocimientos simples, y su definición o descripción, corta, resumida en una o dos frases. La aplicación prepara por lo tanto una serie de problemas o “quizz” que juegan con estas dos variables introducidas. Se presentan así ejercicios en los que el alumno ha de relacionar concepto y definición, en las que se puede redactar, rellenar... y hasta un modelo de prueba total que incluye una mezcla de las todas anteriores y que incluye todos los conceptos en una suerte de ejercicio final.

Tal y como es posible leer en la Orden ECD/489/2016, “las TIC son una herramienta atractiva, motivadora y facilitadora de los aprendizajes, al permitir aproximar la biología y la geología a la experiencia del alumnado”. El uso de recursos web como Quizlet, parte de la estrategia de uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación, o TIC’s, una nueva ventana educativa, herramienta que se ha ido colando de manera absoluta e ineludible en las aulas. En el Máster de Educación se cuenta con una asignatura optativa, TIC’s cursada por el arriba firmante, y además de recursos y herramientas, se presenta la gamificación como una metodología flamante. El uso de las TIC en la enseñanza y más concretamente en clases de biología no es nueva, López y Morcillo (2007) ya presentan el potencial de estas herramientas para simular laboratorios virtuales. Esta propuesta del Quizlet pues se incluye en el marco de la conocida gamificación, de desarrollo algo más reciente. Y es que este término se ha extendido, pudiendo generar cierta confusión: una respuesta conciliadora es que la gamificación trata de potenciar procesos de aprendizaje basados en el empleo del juego (no necesariamente, pero mayoritariamente pareja a los videojuegos) para empujar y apoyar procesos de aprendizaje-enseñanza, los cuales faciliten la cohesión, integración y creatividad de los individuos (Marín Díaz 2015). Fui-Hoon et al. (2015) recogen la literatura relativa a la gamificación educativa, revelando las múltiples aplicaciones para buscar un aumento de la motivación, la fidelización y participación de los alumnos en actividades. Por otro lado, sugiriendo cautela con esta nueva metodología, Contreras y Eguia (2016) denotan que el uso de gamificaciones a veces puede apoyar ciertos estilos de aprendizaje, y señala que es necesario establecer estrategias para integrar a todos los tipos de alumnado, así como intentar utilizar herramientas lo suficientemente flexibles para personalizarlas y que, al recurrir a estas dinámicas, no se dificulte el aprendizaje de determinados estudiantes.

Así, comenzando el tema de Genética Mendeliana, y ante la cantidad de nuevos conceptos a los que se enfrentaba el alumnado de 4º de la ESO, decidí recurrir esta herramienta, consciente también del potencial que podría suponer una herramienta TIC con estudiantes de esta edad (15-16 años). El Quizlet, se revela a priori una herramienta sencilla, sin mucha especificidad en su práctica que pueda generar dificultades, pero con un potencial motivador que es el superar los distintos cuestionarios y problemas. Quizlet además ofrece resultados, pero no son

vinculantes dentro del tema, lo que permite que los alumnos se enfrenten a los ejercicios web sin presión “calificadora”. Preparé unos 12 conceptos básicos de Genética: *Carácter, Gen, Genotipo, Fenotipo, Alelo, Homocigótico, Heterocigótico, Alelo dominante, Alelo recesivo, Cromosomas homólogos, Recombinación y Locus*. Conceptos necesarios y que se irán trabajando a lo largo de la unidad genética, de tal manera que para la resolución de problemas de genética mendeliana son imprescindibles. Este Quizlet fue presentado al final del primer día de clase, en el que previamente se impartió una sesión teórica con apoyo de material visual en forma de PowerPoint, para exponer de manera verbal y sencilla los conceptos. De esta manera, me aseguré también de que la clase podía conocer de una manera más personalizada que desde el libro de texto o desde cualquier recurso web. Les invité a que en su casa realizasen el Quizlet, y el siguiente día de clase, empezamos la sesión realizando la “prueba final” y repasando los conceptos. En cierta manera fue bastante útil ya que sirvió para entender dónde podría encontrar problemas con respecto a ideas alternativas o conocimiento previo del alumnado, en una suerte de evaluación inicial dentro de esta primera unidad didáctica. Por ejemplo, había ciertos problemas con respecto al concepto de alelo, nuevo en su enseñanza. Sin embargo, el rango de utilidad de esta herramienta es relativamente limitado. Sólo se trabaja en torno a los conceptos, y se pretende desarrollar el tema de una manera más profunda y aplicada, se queda corta. Por otro lado, como posible mejora, habría planteado un mayor desarrollo la gamificación, ya que la “recompensa” que motiva al alumnado y que empuja la actividad queda muy mermada si no se traduce en algún tipo de incentivo académico (en la nota) o de trabajo (se convalida por otros trabajos que el profesor piense hacer).

b. Actividad 2 – Genética Mendeliana y Aprendizaje Basado en Problemas.

El Aprendizaje Basado en Problemas aparece en el Máster cuando en la asignatura de Procesos de Enseñanza y Aprendizaje se presenta esta técnica como parte de las metodologías usables en un aula. En otras asignaturas esto ha aparecido mencionado en clases teóricas, si bien cabe reseñar que no se ha usado explícitamente en la asignatura de Diseño de Actividades. Se nos presentó el Aprendizaje Basado en Problemas como una metodología activa orientada en el que los alumnos abordan problemas reales en grupos pequeños y bajo la supervisión de un tutor. Es un método de aprendizaje basado en problemas de la vida real. Las raíces del ABP se hunden en aportaciones de Piaget, Ausubel y Vigotsky como antecedente importante del ABP y la escuela constructivista (Pantoja y Covarrubias, 2013). El ABP es presentado como un desafío para los estudiantes que empuja al uso de los conocimientos previos contra un problema nuevo, y así ayuda a la maduración del pensamiento formal, que desemboca en aprender cómo utilizar determinados procedimientos, junto con cuándo y por qué pueden ser utilizados, (Monereo, 1999) Pantoja y Covarrubias (2013) señalan beneficios educativos como que favorece los procesos de pensar y aprender de forma consciente, promueve el pensamiento crítico, requiriendo apoyarse en técnicas didácticas que favorezcan el desarrollo de estas habilidades, así como la autoevaluación. Es por lo tanto una enseñanza altamente motivadora y significativa para el alumno, este trabajo le acercará a la metodología científica, también a aplicaciones reales de la vida diaria, y finalmente, proporciona un aprendizaje de procedimientos tan o más importante que el de conceptos (Ibañez Orcajo, 2002).

El Aprendizaje Basado en Problemas suele ser descrito en la bibliografía usando “pequeños grupos de alumnos”, si bien, en este caso se prefirió prescindir de los grupos para plantear un problema de resolución individual. Principalmente, la limitación temporal que dificulta el

desarrollo de un trabajo grupal de calidad, motivó decidir usar los grupos de alumnos para la propuesta didáctica posteriormente descrita en el punto III, y no en esta actividad. En cualquier caso, atendiendo a la bibliografía, se respetaron buena parte de las indicaciones descritas, como: Descripción, de limitación del problema, Formulación de hipótesis, Verificación y solución del problema (March, 2006). Es también el profesor redacta el problema, gestiona el proceso de aprendizaje, guía...

En la clase de 4º de la ESO se repartieron dos hojas de ejercicios de genética mendeliana, recopilados de diversas fuentes, y algunos cuantos adaptados para adecuarse a los contenidos y al nivel que se estaba impartiendo durante las prácticas. En clase se resolvió de la siguiente manera. Lectura del ejercicio en voz alta. El docente invita a los alumnos que apunten en su cuaderno los datos clave o los subrayen en la ficha. Se pregunta si hay dudas, y si hace falta se repite la lectura. Los alumnos resuelven el ejercicio de forma individual. El profesor propone a un alumno, de manera alternante, que resuelva el ejercicio en la pizarra. Este ejercicio se corrige de manera colaborativa, favoreciendo la participación de la clase. El docente pide que se justifique toda intervención con argumentación científica, y así mismo, elige de manera intencional quién interviene, pidiendo en ocasiones la intervención del alumnado más rezagado. Al quedar corregido el ejercicio de forma colaborativa, el profesor explica el ejercicio nuevamente, remarcando en las claves procesuales y metodológicas necesarias para la resolución de un ejercicio de genética mendeliana. Si se hace de manera afianzada, este proceso puede ocupar entre 15 y 25 minutos.

Ejemplificaré y concretaré esta resolución de problemas en el problema 11.

*Se cruzan dos plantas de guisantes, AaBb y aaBb siendo A: amarillo; a: Verde; B: Liso; b: Rugosos. Tenemos cien semillas procedentes de este cruce, y cada semilla da una planta que produce un kilo de guisantes. Calcula **¿cuantos kilos de guisantes verdes lisos se producirán de las cien semillas?** Y **¿cuántas semillas del cruzamiento original harán falta para producir una tonelada de guisantes verdes lisos?***

La elección y elaboración de este tipo de problemas, desde el que un problema genético (algo aún abstracto en lo cognitivo de los alumnos) se convierte en un problema de la vida real (obtener kilos de guisantes) resulta muy motivante para los alumnos. Haciendo referencia a García Lillo et al. (2015) es importante dar lugar a una ciencia contextualizada y problemática, que facilite la comprensión. Además, si el contenido genera interés y puede ser trabajado sin alta dificultad puede servir para motivar al alumnado, y hacer tangible la herencia biológica. Además, constituyen actividades adecuadas para reestructurar los contenidos impartidos anteriormente planteadas de forma dinámica (Ayuso et al. 1996)

Se comienza leyendo el enunciado una o dos veces, prestando atención a los elementos claves. Los genotipos de las dos plantas, los caracteres, qué letra corresponde a cada carácter, y cómo son estos caracteres, recesivo o dominante. La gran mayoría de los problemas mal resueltos observados durante el periodo de prácticas se debían a fallos relacionados con el planteamiento inicial. Por eso, incidí en la necesidad de apuntar o remarcar estos datos. Posteriormente, otro problema son los cruces planteados. En este caso, solo se plantea un único cruce. Pero en bastantes problemas relativos a la tercera ley de Mendel como este caso, se plantean dos cruces consecutivos, de una generación parental a dos generaciones filiales.

Los alumnos resuelven el problema de manera individual, y finalmente un voluntario lo resuelve. Como comentaba, el proceso de resolución y de corrección conjunta es un momento crucial en el que el docente debe manejar con habilidad la participación del aula, y dar mucha prioridad por argumentaciones coherentes al proceso de resolución del ejercicio. En este caso, se pide mucha atención a la hora de plantear los alelos correspondientes a cada planta, y dibujar un Cuadro de Punnett correcto que facilitará la posterior resolución. Estos pasos también resultaron críticos a la hora de la resolución de problemas. Aunque el cuadro se reveló como una herramienta sencilla y muy visual para resolver el problema (salvo pequeñas confusiones con las letras), el planteamiento de los alelos derivados de cada planta de guisante fue complicado. Se encontraron problemas a la hora de discriminar un alelo a cada carácter. A lo largo de la experiencia docente, un fallo que se apreció fue el dejar la teoría cromosómica de la herencia para impartir después de trabajar las leyes de Mendel y estos problemas. La introducción de esta teoría podría haber ayudado, y de hecho, es una de las sugerencias que hacen Banet y Ayuso (1995) de cara a la enseñanza de la genética.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

El núcleo de este TFM comienza a partir de este punto, y es donde desgranaré la propuesta didáctica que se exigió realizar en el Prácticum III (ver guía docente). Como comentaba anteriormente, durante el periodo de prácticas realicé dos unidades didácticas: genética mendeliana y genética humana. Aunque muchos de los contenidos se solapan entre las dos unidades, la diferencia básica es la clara intencionalidad en la preparación, puesta en marcha y seguimiento de la propuesta didáctica necesaria para superar el prácticum que hice en esta segunda unidad. Si bien, la primera parte de prácticas estuve usando numerosos recursos de asignaturas impartidas en el Máster, por circunstancias relativas a la dinámica del departamento de Biología y Geología del Centro, entré en el aula sin acotar cómo iba a ser mi intervención, e impartí las clases sin ser escrupuloso con el protocolo de prácticum y TFM impuesto desde la Facultad de Educación. Esta es pues la razón por la que la propuesta didáctica se desarrolla en torno a esta segunda unidad, la cual pude prever con más antelación, y por la que con respecto a la genética mendeliana no aparecen referencias, si bien antes en el apartado II he narrado dos actividades relativas a esta unidad didáctica.

Es pues en esta unidad donde se desarrolla la genética humana de forma más detallada. Corresponde a los contenidos del currículo ECD/489/2016 relativos al Concepto de gen, Código genético, Mutaciones, La herencia y transmisión de caracteres, Desarrollo de las leyes de Mendel, Base cromosómica de las leyes de Mendel, Aplicaciones de las leyes de Mendel y Bioética.

Para diseñar esta propuesta se contó con cuatro condiciones previas que motivan el impulso:

- La naturaleza del tema: un tema eminentemente “teórico”, en tanto en cuanto llevar los contenidos y aplicarlos en laboratorio se antoja complicado. Es evidente que los alumnos durante el aprendizaje de este tema van a utilizar más “el boli y el papel” que con otras unidades didácticas.
- El proceso educativo de los alumnos: además es la primera vez que los alumnos se enfrentan a estos temas de genética. Si bien el cuerpo humano se estudia en tercer de ESO, la herencia y toda la base teórica aneja es nueva en este curso de 4º de la ESO.

- El contexto de aula: Este grupo no está habituado a trabajar métodos más allá de los “convencionales” (clase magistral-examen). Pero, el prácticum II ha revelado un aula colaboradora, de alumnos que siguen y respetan al docente en prácticas.
- La formación del docente en prácticas: Gracias a las clases impartidas en el máster del profesorado, se hace necesario y posible proponer una metodología más allá del desarrollo “tradicional” que viene mostrando la asignatura.

En este caso, por cercanía (el método se presentó en la asignatura del Máster, Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología), por accesibilidad (esta técnica cuenta con una web <https://www.jigsaw.org/>), y por facilidad (es una técnica muy conducida, muy usada), me incliné a utilizar el método Jigsaw (Aronson, 1978). Este método se define en un decálogo, que listaré a continuación. Si bien, en esta propuesta didáctica “Genética Humana”, no se llegó a desarrollar con exactitud, y señalaré las adaptaciones a lo que ha resultado una adaptación de la técnica Jigsaw autodenominada “Grupos de Expertos”.

a. Título y nivel educativo

El título propuesto al alumnado fue “Grupos de Expertos en Genética Humana”. Esto, no discrimina la utilización de contenidos y procedimientos de unidades didácticas anteriores (conocimientos de la célula, la genética mendeliana...), si bien se trabaja en torno a las dimensiones humanas de la herencia, el sexo, las alteraciones genéticas y otras enfermedades o la bioética. El nivel educativo es 4º de ESO.

b. Evaluación Inicial

La evaluación inicial se prepara con el objetivo que el docente evalúe los conocimientos previos e ideas previas que tiene el grupo en el que se va a impartir la unidad didáctica. Esta herramienta se revela de utilidad especial, si bien la observación en el centro da pie a pensar que es el propio día a día el momento en el que los docentes observan a su alumnado y evalúan este bagaje previo del alumnado. En la bibliografía (Ayuso y Banet, 2002; Wood Robinson et al. 1998), es posible encontrar una serie de referencias que además de recoger datos previos, realizan investigaciones acerca de las ideas previas del alumnado. Iñiguez y Puigcerver (2013) señalan numerosas confusiones recopiladas en su investigación: los estudiantes consideran las células sexuales las portadoras de los genes, encuentran dificultad para relacionar genes con cromosoma y ADN, observan la creencia de que no todas las células poseen cromosomas...

En este caso, ante la unidad didáctica de genética humana se preparó un breve cuestionario, teniendo en cuenta los contenidos que a priori se van a impartir en el tema. Pero también buscando preguntas especialmente cercanas a los alumnos, bien porque lo han impartido anteriormente, o bien porque el tema de genética humana al ser de gran alcance social ha podido llevar a algún otro conocimiento distorsionador. Las preguntas fueron:

- *¿Podrías explicar con tus palabras, de qué depende que un humano sea hombre o mujer?*

La primera pregunta llevaba implícita la cuestión de la herencia del sexo. Un subtema importante dentro de la unidad didáctica. Las respuestas fueron variadas y cortas lo cual me permitió entender la enorme novedad que supondría presentar los mecanismos de la herencia y

determinación del sexo. En general, los alumnos mencionaron los cromosomas sexuales, X e Y; otros mencionan “los genes sexuales que el cigoto hereda”, a veces mezclando los dos conceptos, cromosoma y gen, denominando gen X o Y.

- *Define tres rasgos de un individuo humano que sean hereditarios, y un rasgo que no.*

La segunda pregunta prepara uno de los leitmotiv de la unidad. Pero también es una de las más dadas a recoger ideas alternativas dada la dimensión social de “lo hereditario” que tan extendida está a nivel social, familiar... En general se mencionan caracteres, como el color de ojos, de piel, de pelo (sic)... se añaden algunas cuestiones como “el carácter”, las enfermedades poco definidas, que aparece tanto en hereditario como no. En general, cuesta encontrar un rasgo no hereditario: la complexión, la altura, la huella dactilar (no), algunos sí que añaden la personalidad, la inteligencia, los gustos...

- *El grupo sanguíneo que tiene un individuo, ¿está determinado por la herencia genética?*

La tercera pregunta va directa al ámbito del grupo sanguíneo, cercano a muchos estudiantes, y que permite aplicar la dimensión “clínica” a este tema, la cual también tenía previsto impartir. Sólo unas 6 personas añaden “no” (menos de un tercio de la clase), si bien hay otras 7 que no responden.

- *¿Qué tipos de alteraciones genéticas conoces? Nombra al menos una.*

La cuarta pregunta, nuevamente prepara parte de la unidad didáctica. Siendo este un tema de impacto, las alteraciones genéticas, las mutaciones... también pueden ser terreno fértil para ideas alternativas alimentadas por la ciencia-ficción, relatos de superhéroes, y pseudocreencias populares. Nuevamente es una pregunta que unos 6 alumnos no responden. Aparecen respuestas genéricas: enfermedades, Otra recurrente y concisa es Síndrome de Down. Se menciona el Alzheimer, el Cáncer, el Párkinson, así como una mención a la “trisomía”. Contrariamente al planteamiento inicial sólo aparecen unas tres respuestas con “mutaciones, malformaciones, aumento exagerado de partes del cuerpo”, más ligadas a una visión sensacionalista de las alteraciones genéticas.

Esta evaluación tiene una ubicación temporal muy determinada para permitir hacer modificaciones en la propuesta. Así, se hizo el último día que se impartió genética mendeliana, insistiendo en que no tendría valor académico si no “investigador” motivando la participación de los estudiantes.

De esta evaluación inicial realizada por el aula, denota la importancia de presentar y consolidar definiciones sólidas en torno a conceptos básicos de herencia, así como un interés en lo clínico, las enfermedades, la herencia... Esto coincide con las investigaciones de Caballero (2008) que señala la confusión existente a la hora de identificar la transmisión del material genético y el significado de conceptos básicos de genética. Si bien, como aspecto positivo se puede reseñar interés durante las sesiones primeras en la participación del alumnado y sus intervenciones en el aula, muy relacionadas con entender su historia genética, o buscando explicar determinados rasgos que muestran ellos o sus familiares.

c. Objetivos

De acuerdo con la Orden Curricular ECD/489/2016 que rige la asignatura de Biología y Geología se realiza un seguimiento de todos los objetivos generales listados. Si bien cabe mencionar, y se listan aquí, unos objetivos que especialmente acoge y persigue esta propuesta didáctica:

Obj.BG.4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando dichas fuentes, incluidas las TIC's y emplear dicha información para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos, valorando su contenido y adoptando actitudes críticas sobre cuestiones científicas y técnicas.

Obj.BG.5. (adaptado). Contribuir a la asunción para la vida cotidiana de valores y actitudes propias de la ciencia y del trabajo en equipo.

Obj.BG.7. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente

A estos objetivos que emanan del contexto normativo, esta propuesta didáctica suma unos objetivos específicos para esta propuesta didáctica.

Obj.Esp.1. Poner en contacto a los miembros del grupo, produciendo un trabajo conjunto con coherencia científica mediante equipos cooperativos

Obj.Esp.2. Presentar y utilizar herramientas para el aprendizaje científico y personal desde el desarrollo del tema, como útiles también para futuras etapas académicas.

Obj.Esp.3. Proponer un papel activo del alumnado en el desarrollo de la unidad docente, tanto individualmente como en la dinámica del grupo.

Obj.Esp.4. Promover la indagación propia y generar motivación durante el desarrollo de la unidad, empujando el trabajo independiente realizado por cada alumno y cada grupo cooperativo.

Para las actividades concretas de la propuesta didáctica se han diseñado unos objetivos propios, así como se detallan las competencias, criterios y estándares de evaluación propios de cada actividad.

d. Justificación y metodología elegida

Ante la posibilidad de plantear un proyecto de innovación docente se toma la decisión de plantear una propuesta didáctica que ponga en marcha el aprendizaje cooperativo. El aprendizaje cooperativo, como se decía anteriormente, aparece en el máster en la asignatura de Procesos y Enseñanza de Aprendizaje como parte de las metodologías activas, así como en Diseño organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología. El contexto para tomar esta decisión es la siguiente:

En un instituto con un alumnado diverso como el IES Ramón y Cajal, y en una clase como la Biología y Geología de 4º de la ESO esta técnica se antoja como una de las más recurrentes. El alumnado es relativamente diverso, más porcentaje de género masculino que femenino (65-35%), y con un 40% aproximado de alumnado de origen extranjero, siendo el colectivo

norafricano el mayoritario, además de latinoamericanos y europeos del este. Aun así, no se aprecian problemas con el lenguaje español, y ningún alumno está categorizado como ACNEAE. El nivel del aula ya ha sido descrito en el punto III.b lo cual también condicionó el desarrollo de la propuesta didáctica. Se observaron alumnos muy participativos, en general con una actitud dispuesta al trabajo, y atenta a las instrucciones del docente. Dentro de este grupo mayoritario, se aprecian alumnos que no tienen ningún problema para seguir el desarrollo de la clase, pero también otros y otras que requieren de tiempos y procedimientos más lentos y afianzados. Finalmente, aparecían en los márgenes del aula, alumnos más “descolgados”, con interés más apagado en el desarrollo de la anterior unidad didáctica. Además de este contexto, es importante recurrir a la bibliografía para encontrar en el aprendizaje cooperativo una herramienta sólida con la que intervenir y realizar una propuesta pedagógica coherente y útil en el aula. En esto Slavin (1996) habla de un creciente consenso entre los investigadores acerca de los efectos positivos en el aprendizaje cooperativo en el éxito de los estudiantes, y Kagan (1994) habla de la intencionalidad en intervenir sobre estudiantes de distintos procesos con la formación de grupos cooperativos.

Cooperar según la RAE es “obrar conjuntamente con otro u otros para la consecución de un fin común. De manera similar y desde coordenadas más académicas (a la vez que transversales), en el máster se nos presenta a definición de cooperatividad de Deutsch (1949) que es “aquella situación en la que las metas de los individuos separados van tan unidas que existe una correlación positiva entre las consecuciones o logros de sus objetivos, de tal forma que un individuo alcanza su objetivo si también los otros participantes alcanzan el suyo.” De esta manera, aunque el basamento teórico-psicológico que sustenta la teoría del aprendizaje cooperativo data de la primera mitad del siglo XX, el desarrollo y la implementación de los métodos de aprendizaje cooperativo para las aulas comunes comienza a partir de la década de 1970 (Slavin, libro, 1995). Por otro lado, para caracterizar desde el contexto educativo el concepto de aprendizaje cooperativo, Damon y Phelps (1989) imaginan un “paraguas que acoge un variado y heterogéneo grupo de métodos de instrucción debidamente estructurados en los que el alumnado trabaja en grupo en su desempeño académico”.

Para detallar esta caracterización del aprendizaje cooperativo, Johnson y Johnson (2002) recogen cinco características principales: La interdependencia positiva que se da entre los componentes del grupo, la interacción personal cara a cara, la responsabilidad individual y grupal, el aprendizaje y uso de destrezas interpersonales y grupales fomentando el desarrollo de buenas relaciones personales, y la valoración frecuente y sistemática del funcionamiento del grupo. Es, por lo tanto, por lo que esta técnica resulta especialmente atractiva para el docente que prepara la intervención didáctica en la unidad didáctica de Genética Humana. Pero los métodos o modelos de aprendizaje cooperativo son numerosos, por lo que en la bibliografía es fácil encontrar artículos que a su vez recogen y categorizan estos modelos: Walters y Letter (2000), Kagan (1994), o Fernández de Haro (2010) destacan hasta 11 modelos. Mayoritariamente, acogidos en universidades estadounidenses, y desarrollando estas teorías en las décadas de los 70 y los 80, autores muy referenciados, y por tanto de los mayores influyentes son Johnson y Johnson (promotores del método Learning Together), Sharan y Hertz-Lazarowitz (método Group Investigation) De Vries (Student Team Learning), Slavin (Student Teams Achievement Divisions, Jigsaw II).

Como se exponía anteriormente, en esta propuesta didáctica se utiliza la técnica Jigsaw (Aronson, 1978), que se estructura de la siguiente manera:



El aula se articula en los denominados “Grupos de Expertos”. Cada uno se compone de cuatro miembros, que se van a especializar en las cuatro especialidades listadas. Estas cuatro especialidades se seleccionan ya que forman parte de los contenidos mínimos currículo vigente. Además, son apartados del libro que utiliza el profesor titular en la impartición de las clases, lo que acercaba enormemente los recursos y los contenidos a los alumnos. El tema se imparte haciendo énfasis en los contenidos que definen a cada experto, apareciendo estos incluso en las fichas (ver IV. Ficha). El trabajo cooperativo se condensa al

elaborar un póster, de manera parecida a la divulgación académica, los alumnos deberán exponer que su grupo es realmente experto en la Genética Humana a través de un póster que condense su conocimiento en estas áreas y demuestre un trabajo conjunto real.

La técnica Jigsaw de Aronson propone un decálogo que seguir. La adaptación y la intervención hecha queda comentada en cada punto.

1) Divide a los estudiantes en grupos de rompecabezas. Estos deben ser mixtos, diversos.

a. Para elegir a los grupos, le pregunté al profesor-tutor como hacerlo, ya que mi conocimiento del alumnado era mínimo. Me instó a que lo hiciera de manera libre, ya que no suele hacer trabajos por grupos, pero su experiencia le ha indicado que trabajan mejor así. En cualquier caso, pedí a los alumnos que los grupos fuesen mixtos, y salvo un par de grupos exclusivamente masculinos, ya que en el grupo eran la gran mayoría, las chicas estaban mezcladas con chicos

2) Elige a un estudiante del grupo como el líder.

a. Este paso no fue seguido, ya que no conocía bien al alumnado, y temía que pudiera desatar algún tipo de respuesta por parte de algún alumno. Tampoco encontraba tarea que este líder desempeñase de manera concreta y coherente.

3) Divide la lección en 5-6 segmentos

a. El tema de Genética Humana fue dividido en 4 segmentos, ya que cada grupo estaba compuesto por 4 alumnos. La herencia del Sexo, La herencia en la especie humana, Alteraciones genéticas y Bioética.

4) Asigna a cada estudiante que aprenda un segmento

5) Da a los estudiantes tiempo para leer su especialidad al menos dos veces y hacerse familiar con él.

a. Cada estudiante disponía de una “ficha de expertos” que indicaba los recursos de los que disponían para trabajarlo en casa, además de contar con las lecciones y las exposiciones de teoría en clase.

6) Forma “grupos de expertos” temporales, teniendo a cada estudiante de cada grupo de rompecabezas unirse con los otros que tienen asignada la misma especialidad.

a. Mi planificación inicial contaba con hacerlo un día, pero ante la premura de los plazos, y la necesidad de contar con tiempo para preparar el póster final, no pude proponerlo.

7) Devuelve a los estudiantes a sus grupos de rompecabezas

8) Pide a cada estudiante presentar su especialidad al grupo.

9) Observa el proceso en cada grupo

a. Estos tres pasos no fueron realizados al no formar los grupos de expertos temporales. En cambio, prioricé por ceder tiempo para acceder a los recursos web, así como dar tiempo para poner en común su especialidad a la hora de preparar el póster, cuestión para la que sí contaron tiempo.

10) Al final de la sesión, reparte un cuestionario sobre el material

a. Además del cuestionario (ficha de control), propuse hacer el póster como compendio del trabajo grupal y cooperativo.

Siguiendo pues todo el hilo de lo acontecido durante el periodo de prácticas, la propuesta didáctica tuvo lugar durante el tema de “Genética humana”, en 6 sesiones esparcidas en 3 semanas lectivas. El alumnado acaba de impartir el tema de genética mendeliana, así como otros temas de célula, y genética básica. El tutor de prácticas en el centro me invitó a impartir todas las clases posibles sin ningún tipo de condición. Aunque sí que me aconsejó en diversas ocasiones como intervenir, así como me sugirió que respetase al máximo el proceso educativo de los alumnos, sin experimentar con ellos. La temporalización fue la siguiente:

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 6
<i>Tipo de sesión</i>	Sesiones teórico-práctica				Sesión de trabajo autónomo	Sesión de presentación de pósters + Ficha control
<i>Contenido</i>	Bases de la genética humana y la herencia	Herencia en la especie humana	Alteraciones genéticas	Biética		
<i>Herramientas y recursos.</i>	Conceptos de cada una de las 4 áreas. Uso de recursos web y TICs. Resolución de problemas y aprendizaje mutuo.				Uso de recursos web y TICs. Reuniones de grupo	Exposición de pósters. Realización de ficha de control

Las primeras sesiones supusieron la impartición del tema teórico. Es innegable eludir la existencia de clases en las que se enseñaba de manera “tradicional” los contenidos correspondientes al tema. Se puede decir que los esquemas generales del aprendizaje cooperativo no afloran en estos momentos en los que el protagonismo es del docente y del

powerpoint con el que se apoya para exponer el tema, así como la disposición de la clase (todo el mundo mirando hacia la pizarra). Aunque si se puede poner en valor el importante papel que juega el apoyo audiovisual en las clases: el powerpoint se convierte en un recurso con el que aprovechar imágenes. Casanueva y Méndez (2008) señalan las ventajas de una representación gráfica para presentar modelos de genética, un importante empuje para entender la estructura conceptual de la genética contra las ideas alternativas, completando el texto.

Al dividirse la unidad didáctica en cuatro especialidades, cada uno de los días se centra en los contenidos de cada especialidad, aunque en la puesta en marcha no fue estricto. Es el caso, especialmente de las sesiones 2, 3 en las que se contó con tiempo para la resolución de problemas de herencia, enfermedades... (en las que se desarrolló este aprendizaje mutuo, al resolver los problemas en colectivo de manera conjunta en el aula). Y en la sesión 4 se dejó tiempo para acceder a los diversos recursos web indicados en las fichas de expertos (descritas en el punto siguiente). La sesión 1 se comenzó con la evaluación inicial, y posteriormente se impartió la lección.

Por lo tanto, se recurrió a la tradicional pizarra para resolver y trabajar junto al conjunto del grupo problemas de manera similar a los expuestos en el punto II.b ya que se resolvieron problemas de genética humana (en torno a enfermedades, herencia ligada al sexo), lo cual también refleja que el Powerpoint y estos recursos TIC no son centrales y vertebrales, si no mera herramienta al servicio del aprendizaje. Colosi y Rappe-Zales (1998) que utilizaron la práctica Jigsaw en laboratorios de biología, también hablan de sesiones pre-práctica, alterando el rol de instructor por “un facilitador”, y la lección por “un diálogo en torno a la práctica”. Si bien proponen introducir un intenso trabajo de lecturas previas al aula, que los alumnos autoevalúan de una manera planificada antes de pasar al laboratorio, este tipo de propuestas resultan altamente exigentes para el alumnado y producen inseguridad para el docente que no puede asegurar si el alumnado llega bien preparado a la sesión, o de manera desigual. Aunque en mi propuesta se pierde el núcleo de trabajo manual, experimental, y autoguiado que estos autores proponen, cabe reseñar la aparición de dos actividades que son transversales a esta unidad didáctica. Trabajos pensados para un tema como la genética humana, cuyo acercamiento al laboratorio es de momento muy complicado en el instituto: son las fichas de expertos, y el póster. Ambas dos actividades exigen el seguimiento de estas clases, por un lado, pidiendo una elaboración individual (ficha de expertos) pero necesaria para sumar a un producto de elaboración colectiva (póster).

IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES

1. Fichas de Expertos – (Anexo II)

a. Contexto

Durante el desarrollo de la unidad didáctica, los expertos que se han propuesto para cada una de las especialidades rellenan una ficha que “demuestra” su especialidad en su disciplina. Cada ficha muestra en un primer lugar las cosas que necesitan saber para ser un experto, y los recursos a los que pueden recurrir para tal fin. Posteriormente, la ficha contiene ejercicios de diversa naturaleza, en general dos clases: ejercicios de indagación, y ejercicios de conocimientos. Esta ficha se rellena individualmente.

b. Participantes

Todo el alumnado, si bien cada experto dentro de cada grupo rellena una ficha correspondiente a su especialidad.

c. Objetivos

- Dar protagonismo a los alumnos en su aprendizaje científico individualizando su labor.
- Proponer un papel activo en la dinámica del grupo dibujando las líneas de acción dentro de cada especialidad.
- Generar motivación durante la impartición teórica del tema, permitiendo al alumno rellenar la ficha en todo momento.

d. Contenidos: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes.

En el anexo correspondiente se pueden observar las fichas de expertos, en las cuales aparecen los correspondientes. Las fichas se realizaron para los grupos antes mencionados: Herencia en la especie humana, La herencia del Sexo, Bioética, y Alteraciones genéticas.

Esta ficha contribuye a diversas competencias clave.

- *Competencias básicas en ciencia y tecnología:* De manera transversal, esta competencia se desarrolla acercando al alumno al tema genético desde las distintas especialidades mencionadas. Así, haciéndose “experto” recoge información de una manera personalizada que le va hacer un científico competente ante el resto de su grupo.
- *Competencia digital:* en tanto en cuanto es necesario acudir a recursos web, el alumno que realiza la ficha de experto va a desarrollar esta competencia, que como indica la propia orden curricular “La competencia digital se consigue a través del uso creativo, crítico y seguro de las TIC’s para alcanzar los objetivos de aprendizaje” siendo éste el mismo fin que pretende la ficha de expertos. con el uso del Quizlet.
- *Competencia social y cívica.* La dimensión grupal del trabajo hace ineludible el contacto con los compañeros del grupo de expertos, y aunque no sea el caso de esta unidad didáctica, el compartir tarea y objetivos con otros alumnos de la clase que se están especializando en la misma disciplina, hace que estos busquen colaboración desarrollando esta competencia.
- *Competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.* Por esta misma razón, y por el protagonismo individualizado de elaborar la ficha demostrando su camino hacia “hacerse experto”, esta competencia es puesta en marcha. El docente no guía la realización de los ejercicios, siendo el alumno el que debe, recogiendo lo impartido en las sesiones teórico-prácticas, realizar la ficha de manera independiente.

e. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje e indicadores de logro.

Es importante reseñar que, al realizar fichas especializadas, estos criterios no son evaluados a la totalidad de los alumnos en esta fase, por lo que quedan señalados a qué grupos son evaluados de acuerdo con las preguntas.

Los criterios de evaluación con respecto a la Orden Curricular serán:

Crit.BG.1.8. Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución. Relacionar el papel de las mutaciones en las enfermedades; y el correspondiente Estándar: Est.BG.1.8.1. *Aplicado a todos los grupos.*

Crit.BG.1.9. Formular los principios básicos de Genética Mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas sencillos; y el correspondiente Estándar: Est.BG.1.9.1. *Aplicado a Herencia del Sexo*

Crit.BG.1.10. Diferenciar la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo, estableciendo la relación que se da entre ellas; y el correspondiente Estándar: Est.BG.1.10.1. *Aplicado a Herencia humana y Herencia del Sexo.*

Crit.BG.1.11 Conocer algunas enfermedades hereditarias, su prevención y alcance social; y el correspondiente Estándar: Est.BG.1.11.1. *Aplicado Herencia del Sexo, Alteraciones genéticas y Bioética.*

Crit.BG.14. Reconocer las distintas aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG, diagnóstico y tratamiento de enfermedades; y el correspondiente Estándar: Est.BG.1.14.1. *Aplicado a Bioética.*

Crit.BG.1.18. Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano; y el correspondiente Estándar Est.BG.1.18.1. *Aplicado a Herencia Humana y Herencia del Sexo.*

Además de esta apreciación cualitativa, según la cual también estás fichas han sido elaboradas, las mismas se corregirán con una rúbrica elaborada a fin de cuantificar esta evaluación. Las rúbricas se pueden observar en el anexo IV. Pretenden, de una manera muy sencilla, examinar la respuesta del alumno al tema, de manera concisa a las preguntas, y a los conceptos demandados, pero también valorar el acercamiento a la respuesta, pudiendo atender a las argumentaciones usadas (Cardona y Tamayo, 2009) que evidencien una manera de razonar cercana a los problemas propuestos en la unidad didáctica.

f. Metodología utilizada

Las fichas son entregadas desde el primer día en la programación de la unidad didáctica. Forman parte de esta técnica Jigsaw propuesta, en concreto correspondería con los momentos 1, 3, 4 y 5 del decálogo antes presentado. El grupo recibe la consigna de que esta ficha se puede trabajar desde el primer momento hasta la penúltima sesión, antes de la presentación final. Asimismo, se les sugiere que pueden utilizar cualquier recurso a su disposición, si bien será en las sesiones de la asignatura en los momentos en los que más conocimientos y herramientas necesarias para resolver la ficha van a adquirir. Además de los recursos que se les sugiere, que son básicamente el libro de texto y páginas web a las que pueden acceder en cualquier momento en su casa, durante las sesiones se facilita el trabajo. Mientras se impartieron los contenidos teóricos fui señalando los puntos clave en los que los diferentes expertos debían prestar especial atención, siendo también una llamada de atención al resto de alumnos para que tuvieran consciencia de los contenidos clave del resto de especialidades. Por otro lado, se facilitaron pequeños huecos de tiempo para rellenar las fichas de manera autónoma. Finalmente, un día se consiguió el carro de ordenadores del centro, que proporciona a cada alumno un pequeño ordenador portátil desde el que poder acceder a los recursos web, en caso de que en su casa no pudieran acceder a los mismos. En general, de manera oculta, se pretendía que un alumno

pudiese, de manera activa, completar la ficha sólo en las sesiones sin recurrir a momentos en su casa.

2. Póster

a. Contexto

El núcleo del trabajo cooperativo propuesto en esta intervención didáctica se expresa en el póster, la obra que preparan conjuntamente los miembros de cada grupo de expertos. El póster surge a partir de una motivación inicial: cada grupo de expertos debe exhibirse ante el resto del aula como un equipo competente en genética humana, el futuro ya está aquí, y como biólogos en ciernes han de demostrar su maestría en este campo. El póster tiene un engarce también importante en las especialidades, cada miembro ha ido haciéndose experto en una disciplina, pero para hacer el póster se precisa una colaboración mutua. Uno de los riesgos que corre este trabajo es que la preparación del mismo recaiga de manera desequilibrada entre los componentes de cada equipo tal y cómo pasó finalmente en alguno de los grupos.

b. Participantes

Todo el alumnado, en este caso, cada 4 alumnos preparan un póster dentro de su grupo de expertos.

c. Objetivos

- Poner en contacto a los miembros del grupo, interrelacionando sus especialidades.
- Producir un trabajo conjunto con coherencia científica e hilado lo impartido.
- Favorecer la ampliación de contenidos en función del desarrollo de la unidad y del trabajo de indagación desarrollado independientemente por cada grupo.

d. Contenidos: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes.

El póster ha de presentarse físicamente, en un papel de tamaño A3, y puede estar hecho tanto a mano, como digitalmente. Ha de contener información correspondiente a cada una de las 4 especialidades: Herencia en la especie humana, La herencia del Sexo, Bioética, y Alteraciones genéticas. Los alumnos pueden encontrar esta información tanto en las clases teóricas como en los recursos web y escritos ofrecidos en las fichas de expertos. Se admitirían también recursos encontrados por los propios alumnos, siempre y cuando demuestren las fuentes a las que han acudido.

La elaboración del póster pone en práctica las siguientes competencias clave.

- *Competencias básicas en ciencia y tecnología:* Nuevamente, implícita en el desarrollo de esta actividad como parte de la propuesta científica, esta competencia se desarrolla acercando al alumno al tema genético desde las distintas especialidades mencionadas. Además, en este caso, se acerca a una práctica frecuente entre la comunidad científica y la divulgación del conocimiento: la elaboración de un póster que recoge y resume el producto de su investigación y trabajo.

- *Competencia social y cívica.* En este caso de manera más explícita el trabajo grupal para elaborar un póster conjunto hace ineludible el desarrollo de las habilidades interpersonales. Ceder la responsabilidad al grupo con respecto a la repartición de la tarea, la necesidad que tiene el grupo en compartir la especialización de cada miembro internamente, y finalmente preparar un póster que integre y amplíe supone un ejercicio de debate, diálogo dentro de los márgenes que este trabajo imprime.
- *Competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.* El grupo de expertos, al postularse como tal ante el resto de los compañeros, tiene en el póster la oportunidad de ofrecer, mostrar y defender su competencia. No sólo el docente valorará el trabajo, si no que ellos saben que el mundo científico está en continuo avance y deben ser ambiciosos en su producción conjunta para que como futuros científicos sean relevantes

e. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje e indicadores de logro.

Como en el caso anterior, se decidió elaborar una rúbrica, a fin de estandarizar las apreciaciones echas a los pósteres. Si bien se decidió que este póster sumase poco dentro de la calificación total de la unidad didáctica, se elaboró una breve rúbrica para calificar el póster de manera muy sencilla. Las rúbricas se pueden observar en el anexo correspondiente (Anexo VI). Pretenden, de una manera muy sencilla, examinar la elaboración del póster, la presentación física, los temas incluidos, la certificación de trabajo cooperativo, y la ampliación de contenidos realizada por los grupos. En este caso, se valoraba el contenido del póster, premiando que recoja información mínima de las cuatro especialidades, así como sumando más nota si ampliaban la información a partir de lo propuesto en la ficha. También se evalúa de forma similar la cooperación y corresponsabilidad entre los diversos miembros del grupo, sumando puntuación en función de la relación entre los contenidos presentados en el póster. Finalmente, se valora si el póster contiene imágenes y tablas que complementan el contenido, de manera más sencilla, buscando que el póster no quede reducido a un texto. Estos criterios fueron expuestos ante los alumnos.

f. Metodología utilizada

La metodología utilizada es por lo tanto la técnica Jigsaw, en los pasos 7, 8 y 9 del decálogo antes expuesto. Cada uno de los miembros del grupo ha ido adquiriendo los conocimientos propios de su especialidad y ahora es cuando debe devolverlos al grupo para construir el póster. A los grupos se les pide que exponga conocimientos en cada una de las cuatro especialidades. Y a su vez, puede demostrar aplicaciones, utilidades... cómo sus conocimientos pueden ser llevados a la sociedad, y así definir un grupo que es competitivo en el campo de la genética humana. Se pedía también la inclusión de imágenes (tablas, dibujos...) y texto explicativo. Así mismo, se comentó que se valoraría la mayor interdisciplinariedad y cooperación presente entre los diversos grupos. Finalmente, se ofreció que la elaboración del póster pudiera ser tanto a mano como utilizando herramientas ofimáticas y gráficas en el ordenador.

V. EVALUACIÓN FINAL

Esta propuesta didáctica en torno a la genética humana tiene unas estructuras de evaluación que abarcan ya previamente las actividades propuestas: póster y ficha de expertos. Cada trabajo que es entregado por los alumnos es corregido mediante una rúbrica como se señala en el punto IV.e. de cada actividad. Ageitos et al. (2017) hablan de valorar el aprendizaje de genética y enfermedades analizando dos dimensiones: el nivel de precisión científica y el nivel de sofisticación de respuestas y argumentos. Estos autores proponen pues, la medida de proximidad con respecto al modelo de referencia científico-escolar; y en el caso de la argumentación, las justificaciones y el uso de pruebas en las respuestas. No sólo las rúbricas miden matemáticamente las respuestas correctas, si no que añaden valoraciones de estas características que con la observación del docente aproximan la calificación de manera integral según la respuesta del alumno.

A estas dos actividades evaluadas se les añade finalmente una Ficha de Control (ver Anexo III). Ya que tanto la ficha de expertos como el póster tienen como objetivo que cada alumno demuestre su desarrollo en una especialidad, y por otro lado, preparen y colaboren desde su especialidad en un trabajo conjunto, falta que los alumnos desarrollen sus conocimientos del total de la unidad didáctica. Esta ficha, por lo tanto, tiene una clara finalidad certificadora si bien también es un indicador de la cooperación real que ha habido en los grupos de expertos. Ya que, sí realmente ha habido un diálogo y una puesta en común en el grupo, el alumno debería haber recibido, no sólo en la sesión teórica, si no con su grupo, un doble flujo de información acerca de la unidad didáctica.

Así, la ficha de control tiene por objetivos: recoger de manera sintética los diversos conocimientos y herramientas planteadas durante la unidad didáctica (de cara al alumnado); y evaluar de manera global el total de las especialidades, para controlar que el alumnado ha trabajado de manera cooperativa y compartida (de cara al docente).

La ficha de control final fue planteada el último día de la unidad didáctica. De tal manera que los estudiantes habían realizado tanto la ficha de expertos como el póster grupal antes de realizarla. Los ejercicios planteados requieren aplicar las herramientas aprendidas, como conocer plantear un problema de genética mendeliana, así como distinguir los mecanismos que rigen la herencia ligada al sexo (ejercicios 1 y 2). Deben de conocer conceptos básicos y saber argumentar acerca de la herencia en la especie humana (ejercicio 2 y 3); y finalmente, distinguir en las clasificaciones de alteraciones genéticas, distintos fallos en el código genético (ejercicio 4). Esta ficha de control se realizó en 35 minutos, si bien buena parte del aula la finalizó rápidamente. Es posible ver tanto la ficha de control como su rúbrica en el anexo correspondiente.

Así, el ejercicio evaluador queda resumido en este cuadro

EVALUACIÓN PROPUESTA DIDÁCTICA		
Procedimientos	Instrumentos	Estándares
Ficha de expertos	Rúbrica	Est.BG.1.3.1, Est.BG.1.8.1., Est.BG.1.9.1., Est.BG.1.10.1., Est.BG.1.11.1., Est.BG.1.14.1., Est.BG.1.15.1., Est.BG.1.18.1
Póster	Rúbrica que recoge observación	
Ficha de control	Rúbrica	

Así, la calificación conseguida en esta unidad didáctica sumará

- Un 45% de la ficha de expertos
- Un 45% de la ficha de control
- Un 10% del póster

Los resultados académicos obtenidos son los siguientes:

Calificación Genética Humana					
Nombres	Examen	Ficha	Ficha (en Decimal)	Póster grupal	Total
Alumno 1	1.5	np	0	0.5	0.7
Alumno 2	4.5	2.7	9	0.5	6.1
Alumno 3	3	1.5	5	0.7	3.6
Alumno 4	6.5	2.5	8.3	0.4	6.7
Alumno 5	6.5	1.5	5	0.5	5.2
Alumno 6	np	2	6.6	0.4	3
Alumno 7	6.5	1.5	5	0.6	5.2
Alumno 8	7	2.3	7.6	0.6	6.6
Alumno 9	6.5	2.3	7.6	0.4	6.4
Alumno 10	7	1	3.3	0.5	4.7
Alumno 11	8	2.5	8.3	0.7	7.4
Alumno 12	7	np	0	0.6	3.2
Alumno 13	8	2.3	9.6	0.5	8
Alumno 14	4	np	0	0.7	1.8
Alumno 15	5	2.7	9	0.4	6.3
Alumno 16	8	3	10	0.8	8.1
Alumno 17	7	1.5	5	0.5	5.4
Alumno 18	9.5	3	10	0.8	8.8
Alumno 19	6	3	10	0.7	7.2
Alumno 20	4.5	2.5	8.3	0.7	5.8
Alumno 21	7.75	3	10	0.7	8.1
Alumno 22	9.5	3	10	0.8	8.8
Alumno 23	8.5	3	10	0.6	8.3
Alumno 24	8	2.5	8.3	0.6	7.4
Alumno 25	6.5	3	10	0.7	7.5
Alumno 26	5	3	10	0.8	6.8
Alumno 27	6.5	2.5	8.3	0.7	6.7

De un aula con 27 alumnos, 5 no aprueban esta unidad didáctica. Si bien todos ellos tienen un 0 en una de las partes al no presentarlas, bien la ficha de expertos o la ficha de control. En algunos casos, la parte sí presentada estaba aprobada, lo que anticiparía que quizás podrían llegar a haber aprobado el módulo.

En general, las fichas han recogido buenas calificaciones, con bastantes notas por encima del 2,5. Las respuestas son generalmente las correctas, y se descubre que incluso llegan a ampliar conocimientos más allá de lo estrictamente pedido. Es el caso en concreto de los que realizaron la ficha de Bioética, ya que en la última pregunta un par de los especialistas ampliaron la búsqueda de webs hacia la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos.

En la ficha de la Herencia en la Especie Humana se descubren problemas reiterativos a la hora de realizar un árbol genealógico. En clase, durante la impartición se presentó cómo hacerlo, la utilización de leyendas que aclaren los miembros del árbol. Sin embargo, los árboles eran muy escuetos, sólo incluían 5 o 6 miembros, y a veces confusos, sin señalar bien el carácter que desgranar o sin utilizar una leyenda útil.

La Ficha de Herencia del Sexo, tanto como la de Alteraciones Genéticas fueron superadas mayoritariamente sin problemas por la mayoría del alumnado. Las calificaciones que resultan ser bajas se ven lastradas por no resolver alguno de los ejercicios planteados, más que por problemas en las respuestas.

El examen en cambio tiene una media de 6,1 para toda la clase. Dando un breve vistazo a las respuestas, podemos encontrar una buena diversidad de contestaciones. Aunque en general los alumnos responden de acuerdo con lo que se espera y lo que se valora en la rúbrica (Ver Anexo V), se encuentran una serie de respuestas erróneas. Por un lado, con respecto a los ejercicios que requieren resolver problemas de genética (1, 2a) se encuentra que la mayoría del aula saber responderla, y sólo aparecen confusiones puntuales con respecto a los cruzamientos de cromosomas (ejercicio 1) o de alelos (ejercicio 2ª). Por otro lado, e indicativa de mejora del desempeño docente, es la pregunta 3, en la que se pide “explicar y razonar” porqué existen mujeres portadoras sin padecer una enfermedad ligada al sexo. Las respuestas en general son correctas, y las respuestas, aunque más de la mitad mencionan conceptos clave, contienen una argumentación pobre. Este tipo de ejercicios no han sido practicados durante la unidad docente, ni se ha insistido a los alumnos en la importancia de desarrollar y asumir el trasfondo teórico que soporta los problemas. Lo cual, puede hacer dudar de la idoneidad de esta pregunta, y además en la poca práctica de argumentación que ha sido desarrollada previamente.

Las calificaciones hechas al póster no presentan unas notas especialmente altas, mayoritariamente en torno al 0,6 de un punto posible, algo que contrasta con el otro ejercicio que han tenido tiempo para preparar: la ficha de expertos. Se puede ver que alumnos con buenas notas, la calificación del a pesar de ser pequeña en la suma final, lastra lo que podría ser un sobresaliente. Mientras, haber presentado la ficha garantiza un aprobado (salvo en un caso), lo cual premia la asistencia y la participación durante el periodo de puesta en marcha de la propuesta didáctica

VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

Para ser coherentes con el planteamiento didáctico, empezaré por revisar los objetivos de la propuesta y comprobar en qué manera han sido desarrollados, atendiendo a aquellas ramas de la propuesta didáctica que han desarrollado.

Por un lado, los Obj.BG.4 y Obj.Esp.2 hacían referencias a “utilizar herramientas para el aprendizaje científico y personal”, así como “incluidas las TIC para recoger información, fundamentar y orientar trabajos”.

Las plataformas web planteadas en las fichas de expertos fueron visitadas en la segunda mitad de la cuarta sesión, incluyeron la plataforma CNICE (Ministerio de Educación) y recursos educativos de la Junta de Andalucía. Y en contra de lo esperado, los alumnos necesitaron guía

del docente para acceder a las mismas. Es por lo tanto, importante que el docente acompañe el uso de las herramientas TIC, ya que a pesar de que consideremos a estos alumnos “nativos digitales”, los recursos didácticos no son un uso mayoritario de los jóvenes hoy. También, se ha observado como importante la necesidad de usar bien herramientas tan básicas como los buscadores, o el acceso a fuentes de conocimiento (Wikipedia, youtube) y como interpretar críticamente lo visto en estas plataformas. Se usaron vídeos de youtube en las sesiones teórico prácticas, tanto para presentar modelos científicos, y los avances de la biotecnología (para la sesión de bioética), pero así mismo, y en tono humorístico, se presentaron también vídeos musicales relacionados con la biología, lo que sirve a los alumnos para entender que todo contenido de internet no tiene porqué ser necesariamente fiable, correcto, aburrido, didáctico... si no que es importante plantear una reflexión crítica ante lo que se observa.

Por otro lado, el uso del póster también representa una herramienta que es de actualidad en la divulgación científica, y que desarrolla competencias variadas como enunciábamos anteriormente. También a la hora de realizar las fichas, todas ellas presentaban un ejercicio de cierta investigación y argumentación. Se puede reseñar que estos trabajos podrían haber tenido un mayor tiempo para desarrollo de este objetivo y las competencias señaladas. Por un lado, las fichas no se corrigieron ante el aula, lo cual podría haber permitido un trabajo sobre los ejercicios planteados, y también revisar los errores frecuentes en torno a este proceso científico propuesto. Por otro lado, el póster no fue tampoco eje central. Si bien se explicitó que debía contener el póster, los alumnos no dispusieron de herramientas ni ejemplos para preparar su propio póster, lo cual hizo que fueran “por la vía directa” e hicieran pósteres de manera rápida y concisa. Tampoco, se prepararon las estructuras didácticas y las estrategias que autores como Colosi y Rappe Zales (1998) proponen en torno a los grupos de aprendizaje cooperativo. Y es que, los grupos funcionaron de manera relativamente libre. A pesar de esto, se pueden dar estos dos objetivos como medianamente cumplidos, en tanto en cuanto en clase se han presentado determinados recursos, fiables para los alumnos, con potencial didáctico, y con responsabilidad de uso.

Tenemos también los Obj.BG.5. (adaptado) y Obj.Esp.1. que hacen más referencia a “dinámicas de trabajo mediante equipos cooperativos” así como “valores y actitudes propias de la ciencia”.

En este objetivo se hizo un especial énfasis en aquella dimensión que hacía referencia a “valores y actitudes propias de la ciencia y del trabajo en equipo”. Si bien este objetivo es menos medible dado lo abstracta de la idea de “valores y actitudes”, la utilización del aprendizaje cooperativo pretende perseguir este fin. Y es que las técnicas de aprendizaje cooperativo como la Jigsaw “mejoran las relaciones y las actitudes, y son muy positivas” (Pliego, 2011) Es además efectivo en la interacción, en la interdependencia positiva, y la responsabilidad individual (Kagan 1994). Ahora, esta búsqueda de la cooperatividad tan beneficiosa ha de ser evaluada después de la puesta en práctica de la propuesta. Cabe reseñar que, partiendo de la observación, sí se pueden encontrar indicadores de trabajo en equipo en el aula: actitudes de colaboración entre alumnos, “grupillos” que independientemente se forman para trabajar los problemas de genética, compañeros que sentados próximamente se interpelan a la hora de resolver las actividades. Pero el principal indicador del trabajo cooperativo -el póster- se ha saldado con notas no tan altas como las partes individuales evaluadas. Lo cual hace pensar que el desempeño del trabajo en grupo no es lo satisfactorio y efectivo como están siendo otras dimensiones del aprendizaje. No se aprecia una gran interdisciplinariedad en los pósters presentados, quedando

las partes de cada experto separadas y posters con cuadrantes repartidos, en los que no se apreciaba una especial cooperatividad más allá de la asignación de un espacio (ver enlace [Carpeta Drive](#)). Además de apreciarse una baja relación, así como escaso trabajo o producción común que pudieran haber sido señal de esta cooperatividad.

La propuesta del trabajo en grupo cooperativo tuvo un día consagrado, con la expectativa de que los grupos pudieran avanzar en este trabajo, pero la observación de este trabajo ofreció una visión más bien procrastinadora, y los grupos se lanzaron a realizar el póster de manera eficiente y efectiva sin un compartir la información. Por lo tanto, se puede decir que estos objetivos quedan bastante incumplidos con respecto a la expectativa de dinámicas de equipo cooperativos funcionales.

Con respecto al objetivo Obj.BG.7., Obj.Esp.3. y Obj.Esp. 4 cabría explicar el estilo de enseñanza usado en las sesiones teórico-prácticas, anclado a la actualidad y a los intereses de los alumnos. Aunque resulte poco medible, se consideró necesario este tipo de actitud para promover la atención y el seguimiento del alumnado. Esta unidad docente generó mayoritariamente atención entre el alumnado, y a la demanda de participación ante preguntas, actividades, los alumnos respondieron generalmente bien. Es también difícil medir el “papel activo y la indagación propia”, aunque lo observado en las fichas de expertos entregadas y rellenadas por los alumnos de forma individual, fue satisfactorio como comentaba en la evaluación. Además, se puede observar en las presentaciones de diapositivas preparadas (Ver adjuntos en [carpeta Drive](#)), se han aprovechado al máximo los recursos audiovisuales para presentar ejemplos de la ciencia cercanos, que son también parte de estas interacciones con la sociedad extensa. Asimismo, se puede poner en valor la enorme dimensión sanitaria y biomédica que abre en el conocimiento de los jóvenes esta unidad didáctica. El estudio de la genética está muy ligado a cuestiones cercanas a la medicina, la biotecnología que están en fuerte alza en los estudios universitarios, y son del interés de parte del alumnado.

Por lo tanto, algunas mejoras al respecto de esta propuesta didáctica.

- Las sesiones teórico-prácticas se entienden como insustituibles para impartir determinados conocimientos de forma transversal y conducida. Si bien podrían haber descargado contenido hacia un aprendizaje más repartido, pudiendo haber dejado más espacio para el desarrollo, consolidación del trabajo en los grupos.
- Acudir a herramientas TIC necesita más tiempo para asegurar su buen uso y que sean un recurso verdaderamente útil. Aunque en clase se pudo asegurar que todo el mundo accedía y hacía uso de las mismas, es necesario más tiempo para familiarizarse con las plataformas web presentadas, y así poder desarrollar todas las capacidades que tienen. Además de cara al futuro con el desarrollo de las tecnologías, puede ser una buena vía para poder complementar el trabajo en casa con determinados temas.
- Con respecto al trabajo cooperativo, es necesario conducir más la dinámica interna de los grupos, así como preparar guías y dinámicas. No sólo fichas individuales, si no también ofrecer una ficha grupal, especialmente en torno al póster, dedicando además 15 minutos a cómo diseñar o preparar un póster. Son interesantes las propuestas de autores como Colosi y Rappe Zales (1998) que coinciden en conducir en cierta manera los grupos de expertos.
- Sería interesante retomar y reservar el trabajo de los grupos rompecabezas (reunión de especialistas), que, sin duda, ofrecen más proceso científico y de

aprendizaje. Los alumnos se encuentran “entre iguales” y aunque los valores cooperativos ya pueden aparecer en los grupos de expertos, los grupos rompecabezas refuerzan estos valores, además del autoaprendizaje.

- Mejorar y programar la composición y distribución del alumnado en los grupos. Se dejó a elección de los alumnos cómo se iban a formar estos grupos con la única condición de que sean mixtos en género. Pero también como es extendidamente recomendado en la bibliografía relativa al aprendizaje cooperativo que cabe ser muy intencional en la formación de los grupos aprovechando el potencial educativo del cooperativismo.

- Asimismo, la producción de un material común como el póster puede mantenerse, pero nuevamente guiada. Es un formato con un enorme potencial para el desarrollo de competencias, pero debe estar acotado, y los alumnos tienen que conocer ejemplos y lo que el docente pide.

- Y finalmente, mejorar las evaluaciones propuestas. Si bien evaluar a partir de las tres actividades hechas, sirve para medir distintas dimensiones de la propuesta didáctica (Trabajo individual, Trabajo cooperativo, el total de la Unidad didáctica), sería interesante indicar la importancia del póster en la evaluación, buscando otros mecanismos de evaluación, y cuidar también el momento y el desarrollo de la ficha de control.

VII. CONCLUSIONES

Al final del trabajo didáctico es lógico preguntarse: ¿cuánto han aprendido los alumnos? ¿mi intervención didáctica ha generado un aprendizaje significativo? Poniendo todas las herramientas y todas las metodologías al servicio del proceso educativo de los jóvenes, sólo queda cuestionarse de manera holística la intervención docente.

En primer lugar, cabe poner en valor la unidad didáctica que no ha sido central en esta propuesta: la genética mendeliana. Esta unidad no contó con un “hilo” o una intencionalidad tan clara como la propuesta de grupos de expertos cooperativos. Sin embargo, el uso de diversas actividades, la posibilidad de plantear problemas de manera colectiva, y la oportunidad de poner en marcha la dimensión genética de la biología para estos alumnos fue realmente excitante. Por otro lado, determinados “fallos de novato” pueden dar a repensar un margen de mejora para futuras actuaciones: empezar el tema por la Teoría de Cromosómica de la Herencia junto con los conceptos básicos de genética puede ser una vía que explorar. La confusión entre alelos, gen, cromosoma, genotipo, fenotipo... es constante y puede ser atajada con otra estructuración del tema. También cometí un error anecdótico pero importante al enseñar en una sesión teórica de leyes de Mendel el concepto codominancia, en vez de relegarla a una excepción a estas mismas leyes, lo cual introdujo una gran ristra de confusiones entre el alumnado al realizar problemas, a pesar de explicitar la expresión dominante o recesivo de los genes trabajados. Con respecto a esta unidad, fue especialmente interesante realizar problemas con ejemplos reales, aplicándolos a cosas medibles más allá de comparar fenotipos y aspectos. Tomates o guisantes fueron un éxito para aterrizar complejos problemas de tercera ley de Mendel y cruces complejos, que con un objetivo claro (obtener X kilos de un fruto concreto) ayudaron a asentar los cauces en los que resolver un problema de genética mendeliana.

En segundo lugar, la unidad de genética humana se saldó con demasiadas prisas. Un factor importante es el tiempo con el que se ha contado para realizar la propuesta didáctica. Contar con al menos una sesión más habría permitido la puesta en marcha de los grupos de rompecabezas (de especialistas). Contar con dos sesiones habría permitido introducir una evaluación más compartida con el alumnado, explotando la pedagogía científica detrás de los ejercicios y las fichas que incluía la propuesta didáctica. También requiere una importante cantidad de tiempo preparatorio para el docente. Es fácil señalar que todo aquel trabajo que el docente relega en los alumnos, debe tener un importante soporte previamente diseñado para asegurar el buen desarrollo del mismo. Los alumnos tienen muchas preocupaciones por el día, y es lógico que opten por hacer el trabajo de manera efectista y rápida si se les da opción.

Soy crítico y dudo con el nivel de experiencia cooperativa que han tenido los alumnos, comparándola con los principios psicopedagógicos que la literatura sostiene (Slavin, 1996; Fernández de Haro, 2010). La unidad didáctica les ha planteado trabajar en grupos, pero de una manera parcial y no central. Lo cooperativo no se ha trabajado de una manera explícita y evidente, como se ha reflejado tanto en la memoria del prácticum como en las calificaciones del póster. El aprendizaje cooperativo ha sido muy parcial e incompleto en esta unidad didáctica. Si bien el fin es lograr un aprendizaje total, y la técnica Jigsaw es una mera herramienta, no podemos decir que ha sido gracias a esta metodología activa. Si para los alumnos, esta unidad didáctica ha supuesto una experiencia cambiante o innovadora, buena parte de esta sensación ha sido por el cambio con respecto al docente habitual, más continuista de las prácticas tradicionales que de introducir pedagogías activas.

Aunque usando herramientas pedagógicas ampliamente extendidas, he podido certificar que he hecho en cierta manera una introducción a estas mismas herramientas que posteriormente utilizarán durante el bachillerato, universidad u otros estudios que posiblemente desarrollen. Preparar un póster, usar las TIC y la web con responsabilidad y finalidad investigadora... son cuestiones ineludibles para un alumno que vaya a formarse tanto en ciencias experimentales como en otras disciplinas. Estos alumnos en general no tenían tanto fondo en determinadas competencias que sí esperaba encontrarme a la hora de realizarlas, diagnóstico que hace pensar que no están habituados a estas dinámicas. Asimismo, el uso de grupos de trabajo, cooperativos o no, es algo que en la misma asignatura de Biología y Geología no habían hecho nunca, como me comentó el docente habitual.

También con respecto a evaluar, desarrollo diversos pensamientos que van en la línea de cuidar mucho más estos momentos. Ya que, por un lado, los alumnos perciben como momentos muy críticos todo aquello que va a ser evaluado, y su actitud está muy condicionada. He vivido con especial nervio momentos de examen, y también de entrega de notas. También me ha costado preparar los ejercicios de evaluación, leyendo una y otra vez las preguntas, buscando que se pudieran entender con claridad. Cosa que no me pasó en el examen que planteé en genética mendeliana, cuando tuve que aclarar dos veces corriéndome ante la clase. En general, evaluar es un ejercicio crítico, y aunque creo no haber supeditado la propuesta didáctica a la evaluación, es desde que estoy en el máster, una de las cuestiones que más generado esfuerzo para comprender y practicar.

Finalmente, respondiendo a la pregunta que me hago al principio de las conclusiones, creo que he proporcionado un aprendizaje mejorable a los alumnos. Ha sido una primera experiencia docente con unas cuantas señales de novato ante un desempeño ciertamente complejo. He

estado tranquilo ante tal fin, pero también he estado algo desbordado, específicamente, por los conocimientos biomédicos a impartir. Creo haber presentado de manera atractiva la genética mendeliana y humana, intentado avivar un interés por la ciencia teórica y práctica, y respetado el proceso educativo de alumnos con los que he estado sólo unas semanas. Así, aun flaqueando en el contenido, y concluyendo que veo mucho que mejorar en mi metodología, finalizo con aires de reto y búsqueda de una mejora esperable y realizable hacia el futuro de una carrera docente competente y afianzada.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ageitos, N., Puig, B., y Calvo Peña, X. (2017). Trabajar genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 86-97.
- Aronson, E. (1978). *The jigsaw classroom*. Sage.
- Ayuso, G. E., y Banet Hernández, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(1), 133-157.
- Ayuso, G. E., Banet Hernández, E., y Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: II.¿ Resolución de problemas o realización de ejercicios?. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(2), 127-142.
- Banet Hernández, E., y Ayuso, G. E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(2), 137-153.
- Caballero Armenta, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 227-244.
- Cardona Rivas, D., y Tamayo Alzate, O. E. (2009). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 7(2), 1545-1571.
- Casanueva M. y Méndez, D. (2008). Teoría y experimento en Genética Mendeliana: una exposición en imágenes:(Theory and experiment in Mendelian Genetics: a pictorial exposition). *THEORIA. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, 23(3), 285-306.
- Colosi, J. C., y Rappe-Zales, C. (1998). Jigsaw cooperative learning improves biology lab courses. *Bioscience*, 48(2), 118-124.
- Contreras Espinosa, R., & Eguia, J. L. (2016). Gamificación en aulas universitarias. Incom.
- Damon, W., y Phelps, E. (1989). Critical distinctions among three approaches to peer education. *International journal of educational research*, 13(1), 9-19.

- Deutsch, M. (1949). A theory of co-operation and competition. *Human relations*, 2(2), 129-152.
- Fernández de Haro, E. (2010). El trabajo en equipo mediante aprendizaje cooperativo. *Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación*. Recuperado de <http://conexiones.dgire.unam.mx/wp-content/uploads/2017/09/El-trabajo-en-equipo-mediante-aprendizaje-cooperativo-en-grupos.pdf>
- Fui-Hoon Nah, F., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., & Eschenbrenner, B. (2014, June). Gamification of education: a review of literature. In *International conference on hci in business* (pp. 401-409). Springer, Cham.
- García Lillo, J. A., Medrano, P. Q., & Torregrosa, J. M. (2015). Comprensión del modelo hereditario de Mendel tras la enseñanza habitual en alumnos de educación secundaria obligatoria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (29), 275-299.
- Ibáñez Orcajo, M. T. (2003). *Aplicación de una metodología de resolución de problemas como una investigación para el desarrollo de un enfoque ciencia-tecnología-sociedad en el currículo de biología de educación secundaria* (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones).
- Íñiguez Porras, F. J., y Puigcerver Oliván, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2002). Cooperative learning and social interdependence theory. *Theory and research on small groups*. (pp. 9-35). Springer, Boston, MA.
- Kagan, S. (1992). Cooperative Learning. Kagan Cooperative Learning. Inc., San Juan Capistrano, Calif.
- López García, M., y Morcillo Ortega, J. G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(3), 562-576.
- March, A. F. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56.
- Marín-Díaz, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, (27). Recuperado de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433>
- Monereo, Carles (coord.) (1999), Estrategias de enseñanza y aprendizaje, Barcelona, Graó.
- Pantoja Castro, J. C., y Covarrubias Papahiu, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles educativos*, 35(139), 93-109.
- Prenda, N. P. (2011). El aprendizaje cooperativo y sus ventajas en la educación intercultural. *Hekademos: Revista educativa digital*, (8), 63-76.
- Slavin, R. E. (1996). Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary educational psychology*, 21(1), 43-69.

- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (2nd ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Walters, L. S., & Letter, H. E. (2000). Putting cooperative learning to the test. *Harvard Education Letter*, 16(3), 1-6.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J., Leach, J., & Driver, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(1), 43-61.

IX. ANEXOS

ANEXO I: EVALUACIÓN PREVIA – GENÉTICA HUMANA

¿Podrías explicar con tus palabras, de qué depende que un humano sea hombre o mujer?

Define tres rasgos de un individuo humano que sean hereditarios, y un rasgo que no.

El grupo sanguíneo que tiene un individuo, ¿está determinado por la herencia genética?

¿Qué tipos de alteraciones genéticas conoces? Nombra al menos una.

ANEXO II. FICHAS DE EXPERTOS

La Herencia en la Especie Humana

- Cosas que necesitas saber para ser un experto: **¿Por qué es importante estudiar la herencia en la especie humana?, Diferenciar la herencia y el ambiente en la apariencia de los humanos, conocer los tipos de caracteres y de herencias, construir un árbol genealógico**
- Recursos que puedes utilizar: Libro de texto,
http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/27082013/32/es-an_2013082713_9140952/NDOIAND-20080324-0008/genetica1.html - Recursos

- Completa el texto con los siguientes términos (uno se repite): **adquiridos, alimentación, ambiente, cabello, caracteres, determinada, grupo, hereditarios, herencia, piel, transmiten**

Algunos _____, como el _____ sanguíneo, el color de la _____ o el tipo de _____, son consecuencia directa de la _____. Otros caracteres, a pesar de ser _____, pueden estar influidos por el _____. Así, por ejemplo, la altura de una persona está _____ por la herencia, pero puede variar dependiendo de la _____ recibida durante su infancia.

Los caracteres que son el resultado exclusivamente de la acción del _____ no se _____ a los hijos y se denominan caracteres _____.

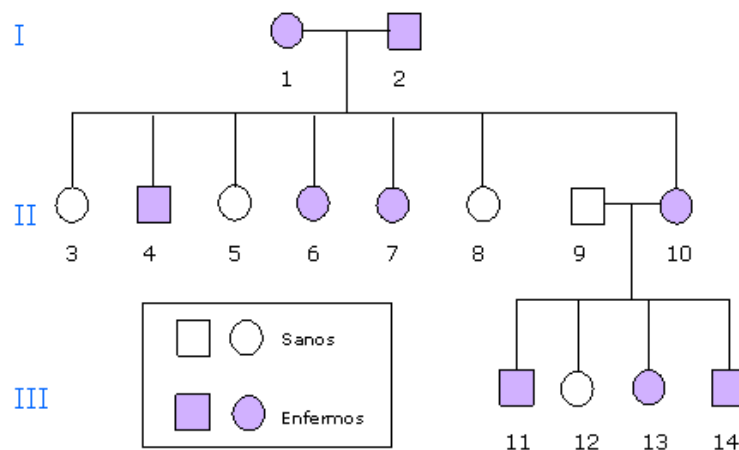
- Indica cuales de los siguientes caracteres heredables son continuos o discontinuos: color de piel, barbilla hendida, estatura, albinismo y pecas faciales.
- Realiza un árbol genealógico de tu familia en algún carácter que puedas reconocer (pelo, ojos, enfermedad...) de al menos 6 miembros, y explícalo.

Herencia del sexo, herencia de las enfermedades

➤ Para ser un experto necesitas saber: **Distinguir entre determinación del sexo, herencia ligada al sexo, aplicar las leyes de Mendel a enfermedades, y construir un árbol genealógico**

➤ Recursos que puedes utilizar: Libro de texto,
http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/27082013/32/es-an_2013082713_9140952/NDOIAND-20080324-0008/genetica1.html - Recursos

- Deduce a partir de este árbol genealógico, responde Verdadero o Falso. Puedes proponer y dibujar los genotipos para cada individuo.



I1 y I2 son homocigotos aa -

I1 y I2 son homocigotos AA -

I1 y I2 son heterocigotos Aa -

II 3 es homocigoto aa -

II 4 puede ser AA o bien Aa -

II 10 es homocigoto AA -

La enfermedad se debe a un gen recesivo -

La enfermedad va en el cromosoma X -

- Un hombre del grupo sanguíneo B es llevado a juicio por la supuesta paternidad de un niño de grupo sanguíneo O. La madre es del grupo sanguíneo A. Responde: De acuerdo con esos datos, **¿es posible que este hombre sea el padre del Niño?** Si lo fuera, **¿cuáles serían los genotipos de los progenitores?** ¿Qué genotipo debería tener el hombre **para que se descartara su paternidad?**

- Haz el test de la parte de “Herencia” de la web y responde aquí las preguntas de las opciones

Alteraciones genéticas





- Para ser un experto necesitas saber: **Distinguir los tres tipos de alteraciones genéticas en la especie humana, conocer ejemplos de alteraciones genéticas para cada una, explicar qué tipo de fallos genéticos producen estas alteraciones.**
- Recursos que puedes utilizar: Libro de texto, portal web
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/Genetica2/contenido2.htm>
- Utiliza la web de genética arriba citada Y haz los ejercicios que aparecen. Del ejercicio 7, responde aquí las soluciones al crucigrama de las palabras 2, 4, 7 y 8.
- Busca y pon un ejemplo de cada una de las alteraciones, y explica con precisión (dónde ocurre, qué material se altera) en que consiste esa alteración.

Ejemplo de alteracion génica

Ejemplo de alteracion cromosómica

Ejemplo de alteracion genómica

- Clasifica estas alteraciones cromosómicas

Bioética e ingeniería genética

- Para ser un experto necesitas saber: **Qué es la bioética, Comprender las implicaciones de la manipulación genética humana, Explicar la importancia de la ética en las investigaciones científicas**
- Recursos que puedes utilizar: Libro de texto, declaración universal sobre bioética y derechos humanos, webs de organizaciones científicas y bioéticas.
 - Busca la declaración universal sobre bioética y derechos humanos, analiza su artículo nº3 y coméntalo. ¿Crees que en las investigaciones genéticas no solo deben tenerse en cuenta las opiniones de los científicos?
 - Elabora una lista donde figuren, por un lado, las ventajas del uso de la ingeniería genética humana y por otro, las desventajas.
 - En 2015, Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna ganaron el Premio Princesa de Asturias por la invención de un nuevo método para alterar genes. Este método puede ser usado para retocar, activar o desactivar o incluso corregir cualquier gen en el ADN y ya ha sido aplicado en células humanas y en el laboratorio y con ratones. Mira el vídeo de Jennifer Doudna sobre bioética (<https://www.youtube.com/watch?v=V4Ac4hFbgQk>). Extrae alguna frase que te impacte sobre el avance de la genética. ¿Cuál es la opinión de Jennifer sobre la bioética?

ANEXO III: FICHA DE CONTROL

Nombre y Apellidos:

1) El daltonismo es una enfermedad hereditaria ligada al cromosoma X. El daltonismo se manifiesta de manera recesiva, utilizando el alelo "D" para el caso de que sea un gen sano, y el alelo "d" para el caso en el que sí que contenga la enfermedad. Dibuja el cruce entre un hombre que no padece daltonismo (X_DY) y una mujer que es portadora (X_DX_d) y enumera su herencia especificando sexos y la posibilidad de aparición de la enfermedad. *3 puntos*.

2a) ¿Qué grupos sanguíneos podrían tener los hijos de un matrimonio en el que tanto el padre como la madre son del grupo AB? *2 puntos*.

2b) El grupo sanguíneo, ¿es un carácter continuo o discontinuo? *1 punto*

3) Explica y razona: ¿Por qué las mujeres pueden ser portadoras del gen que provoca la hemofilia sin padecer la enfermedad? *2 puntos*

4a) Sí hablamos de una trisomía en el cromosoma 21, ¿de qué tipo de alteración genética hablamos? *1 punto*

4b) Y si hablamos de un hombre que presenta una delección en el cromosoma X, ¿qué tipo de alteración genética es? *1 punto*.

ANEXO IV: RÚBRICAS FICHAS DE EXPERTOS

La Herencia en la Especie Humana

- Cosas que necesitas saber para ser un experto: **¿Por qué es importante estudiar la herencia en la especie humana?, Diferenciar la herencia y el ambiente en la apariencia de los humanos, conocer los tipos de caracteres y de herencias, construir un árbol genealógico**
- Recursos que puedes utilizar: Libro de texto,
http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/27082013/32/es-an_2013082713_9140952/NDIOIAND-20080324-0008/genetica1.html - Recursos

- Completa el texto con los siguientes términos (uno se repite): **adquiridos, alimentación, ambiente, cabello, caracteres, determinada, grupo, hereditarios, herencia, piel, transmiten**

Algunos _____, como el _____ sanguíneo, el color de la _____ o el tipo de _____, son consecuencia directa de la _____. Otros caracteres, a pesar de ser _____, pueden estar influidos por el _____. Así, por ejemplo, la altura de una persona está _____ por la herencia, pero puede variar dependiendo de la _____ recibida durante su infancia.

Los caracteres que son el resultado exclusivamente de la acción del _____ no se _____ a los hijos y se denominan caracteres _____.

- Indica cuales de los siguientes caracteres heredables son continuos o discontinuos: color de piel, barbilla hendida, estatura, albinismo y pecas faciales.

Continuos: color piel, estatura.

Discontinuos: barbilla hendida, pecas faciales, albinismo

Se valora cada respuesta con 0,2.

- Realiza un árbol genealógico de tu familia en algún carácter que puedas reconocer (pelo, ojos, enfermedad...) de al menos 6 miembros, y explícalo.

Construye el árbol con coherencia, usando leyenda para explicar los cuadros.

El árbol es completo a lo que se pide.

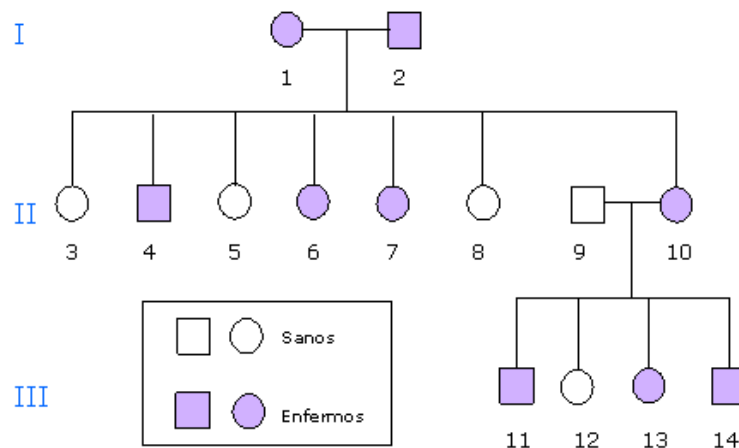
Desarrolla lo esquematizado.

Herencia del sexo, herencia de las enfermedades

➤ Para ser un experto necesitas saber: **Distinguir entre determinación del sexo, herencia ligada al sexo, aplicar las leyes de Mendel a enfermedades, y construir un árbol genealógico**

➤ Recursos que puedes utilizar: Libro de texto,
http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/27082013/32/es-an_2013082713_9140952/NDOIAND-20080324-0008/genetica1.html - Recursos

- Deduce a partir de este árbol genealógico, responde Verdadero o Falso. Puedes proponer y dibujar los genotipos para cada individuo.



I1 y I2 son homocigotos aa - Falso

I1 y I2 son homocigotos AA - Falso

I1 y I2 son heterocigotos Aa - Verdadero

II 3 es homocigoto aa – verdadero

II 4 puede ser AA o bien Aa - Verdadero

II 10 es homocigoto AA - Falso

La enfermedad se debe a un gen recesivo - Falso

La enfermedad va en el cromosoma X - Falso

- Un hombre del grupo sanguíneo B es llevado a juicio por la supuesta paternidad de un niño de grupo sanguíneo O. La madre es del grupo sanguíneo A. Responde: De acuerdo con esos datos, **¿es posible que este hombre sea el padre del Niño?** Si lo fuera, **¿cuáles serían los genotipos de los progenitores?** ¿Qué genotipo debería tener el hombre **para que se descartara su paternidad?**

Es posible si el genotipo del padre fuese BO y el de la madre fuese AO. El hombre tendría que se de genotipo BB para que se descarte.

- Haz el test de la parte de “Herencia” de la web y responde aquí las preguntas de las opciones ,

1D , 2b, 3c, 4a, 5a, 6c, 7b, 8b, 9b, 10a

Alteraciones genéticas

➤ Para ser un experto necesitas saber: **Distinguir los tres tipos de alteraciones genéticas en la especie humana, conocer ejemplos de alteraciones genéticas para cada una, explicar qué tipo de fallos genéticos producen estas alteraciones.**

➤ Recursos que puedes utilizar: Libro de texto, portal web

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/Genetica2/contenido2.htm>

- Utiliza la web de genética arriba citada Y haz los ejercicios que aparecen. Del ejercicio 7, responde aquí las soluciones al crucigrama de las palabras 2, 4, 7 y 8.

2: hemocromatosis, 4: fenilcetonuria, 7 retinitis, 8 hemofilia

- Busca y pon un ejemplo de cada una de las alteraciones, y explica con precisión (dónde ocurre, qué material se altera) en que consiste esa alteración.





Ejemplo de alteracion génica

Se valora en las tres que la alteración corresponda al tipo pedido. Así como la riqueza de la respuesta con hasta 0,33.

Ejemplo de alteracion cromosómica

Ejemplo de alteracion genómica

- Clasifica estas alteraciones cromosómicas

	Delección
	Inversion
	Duplicación
	Traslocación

Bioética e ingeniería genética

➤ Para ser un experto necesitas saber: **Qué es la bioética, Comprender las implicaciones de la manipulación genética humana, Explicar la importancia de la ética en las investigaciones científicas**

➤ Recursos que puedes utilizar: Libro de texto, declaración universal sobre bioética y derechos humanos, webs de organizaciones científicas y bioéticas.

- Busca la declaración universal sobre bioética y derechos humanos, analiza su artículo nº3 y coméntalo. ¿Crees que en las investigaciones genéticas no solo deben tenerse en cuenta las opiniones de los científicos?

0,5 por el artículo nº3

0,5 por la opinión, longitud, fundamentación, esfuerzo, fuentes

- Elabora una lista donde figuren, por un lado, las ventajas del uso de la ingeniería genética humana y por otro, las desventajas.

0,2 por cada ventaja y desventaja. Restan fallos tontos, y opiniones que sobran

- En 2015, Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna ganaron el Premio Princesa de Asturias por la invención de un nuevo método para alterar genes. Este método puede ser usado para retocar, activar o desactivar o incluso corregir cualquier gen en el ADN y ya ha sido aplicado en células humanas y en el laboratorio y con ratones. Mira el vídeo de Jennifer Doudna sobre bioética (<https://www.youtube.com/watch?v=V4Ac4hFbgQk>). Extrae alguna frase que te impacte sobre el avance de la genética. ¿Cuál es la opinión de Jennifer sobre la bioética?

0,5 si coincide con Jennifer

0,5 si saca frases textuales

ANEXO V: RÚBRICA FICHA DE CONTROL

Nombre y Apellidos:

1) El daltonismo es una enfermedad hereditaria ligada al cromosoma X. El daltonismo se manifiesta de manera recesiva, utilizando el alelo "D" para el caso de que sea un gen sano, y el alelo "d" para el caso en el que sí que contenga la enfermedad. Dibuja el cruce entre un hombre que no padece daltonismo (X_DY) y una mujer que es portadora (X_DX_d) y enumera su herencia especificando sexos y la posibilidad de aparición de la enfermedad. *3 puntos.*

Dispone y presenta bien el cruzamiento y resuelve de manera correcta los genotipos de la herencia: hasta 1 puntos

Enuncia su herencia especificando sexos y la posibilidad de aparición de la enfermedad: hasta 2 puntos.

2a) ¿Qué grupos sanguíneos podrían tener los hijos de un matrimonio en el que tanto el padre como la madre son del grupo AB? *2 puntos.*

Razona y enumera los grupos correctamente. 1 punto

Los enumera sin más, o, se equivoca en algún grupo 1 punto

2b) El grupo sanguíneo, ¿es un carácter continuo o discontinuo? *1 punto*

Discontinuo. 1 punto

3) Explica y razona: ¿Por qué las mujeres pueden ser portadoras del gen que provoca la hemofilia sin padecer la enfermedad? *2 puntos*

Es una enfermedad ligada al gen X. Necesitan portar el gen en los dos cromosomas para mostrarlo. Mientras, el hombre con sólo una no puede ser portador, o lo tiene o no lo tiene.

Menciona la herencia ligada al sexo. 1 punto. Menciona que se debe al cromosoma X. Menciona tramos de cromosoma, diferenciación con hombres.

4a) Sí hablamos de una trisomía en el cromosoma 21, ¿de qué tipo de alteración genética hablamos? *1 punto*

Alteración genómica – Síndrome de Down

4b) Y si hablamos de un hombre que presenta una delección en el cromosoma X, ¿qué tipo de alteración genética es? *1 punto.*

Alteración cromosómica

ANEXO VI: Rúbrica póster. Grupos de Expertos en Genética Humana

El póster contiene un contenido completo, (hasta 0,4). Escala de observación con puntuación creciente para:

1. El póster no acoge información de las cuatro especialidades (0)
2. EL póster acoge información de las cuatro especialidades
3. El póster amplía la información de las cuatro especialidades más allá de lo propuesto en la ficha (0,4)

El póster denota una cooperación y corresponsabilidad entre los diversos expertos que conforman el grupo. (hasta 0,4) Escala de observación con puntuación creciente:

Desde Los contenidos aparecen segregados, se pueden observar los trabajos de cada miembro (0,1)

A Los contenidos aparecen relacionados entre ellos en el texto y visualmente. (0,4)

Todo el póster aparece como un trabajo conjunto y con producción conjunta, El póster contiene imágenes y tablas que complementan el contenido (hasta 0,2)

No tiene imágenes (0)

Tiene imágenes y gráficos variados (0,2)